



SKRIPSI - ME 141501

Analisis Serat Eceng Gondok dan HDPE(*High Density Polyethylene*) Sebagai Material Alternatif Pada Lambung Kapal

Fia Khusnul Khotimah
0421134000099

Dosen Pembimbing I
Ir.Amiadji M.M.M.Sc.
NIP. 196103241988031001

Dosen Pembimbing II
Edi Jatmiko S.T,MT.
NIP. 197807062008011008

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2018



SKRIPSI - ME 141501

**ANALISIS SERAT ECENG GONDOK DAN HDPE
(HIGH DENSITY POLYETYLENE)SEBAGAI
MATERIAL ALTERNATIF PADA LAMBUNG KAPAL**

**Fia Khusnul Khotimah
0421134000099**

**Dosen Pembimbing I
Ir. Amiadji M.M.M,Sc
NIP. 1961 0324 1988 03 1001**

**Dosen Pembimbing II
Edi Jatmiko ST,MT
NIP. 1978 0706 2008 01 1008**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2018**

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)



FINAL PROJECT - ME 141501

**THE RATIO OF HYACINTH AND HDPE(HIGH DENSITY
POLYETYLENE) FIBER AS COMPOSITE MATERIAL ON THE
HULL OF THE SHIP**

**FIA KHUSNUL K
04211340000099**

**Advisor I
Ir.Amiadji M.M.M,Sc
NIP. 1961 0324 1988 03 1001**

**Advisor II
Edi Jatmiko ST, MT
NIP. 1978 0706 2008 01 1008**

**MARINE ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBERSURABAYA
2018**

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS ECENG GONDOK DAN HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF PADA LAMBUNG KAPAL

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada:
Bidang studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

FIA KHUSNUL KHOTIMAH

Nrp. 4213 100 099

Disetujui oleh Tim Penguji Tuga Akhir :

1. Ir. Amiadji M.M.M.Sc.
NIP. 1961 0324 1988 03 1001

2. Edi Jadmiko S.T., M.T
NIP. 1978 0706 2008 01 1012



Surabaya

Juli 2018

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS ECENG GONDOK DAN HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF PADA LAMBUNG KAPAL

TUGAS AKHIR

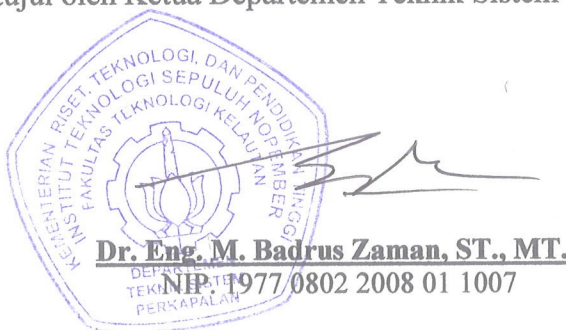
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada :
Bidang studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

FIA KHUSNUL KHOTIMAH

Nrp. 4213 100 099

Disetujui oleh Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Surabaya

Juli 2018

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

“ANALISIS SERAT ECENG GONDOK DAN HDPE(HIGH DENSITY POLYETYLENE) SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF PADA LAMBUNG KAPAL”

Abstrak

Dalam tugas akhir ini, dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik dan kekuatan bending bahan komposit ecenggondok dengan perlakuan variasi fraksi volume serat. Diharapkan material komposit ini dapat menggantikan serat gelas (fiberglass) yang harganya mahal sebagai material penguat pada proses pembuatan lambung atau badan kapal. Dalam pembuatans pesimen uji dilakuka nvariasi fraksi volume serat dan kadar air. Uji Tarik dan uji bending dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D-638 dan ASTM D-790. Dari hasil pengujian specimen dilakukan Analisa kekuatan Tarik dan kekuatan bending kemudian dibandingkan dengan HDPE sebagai tolak ukur uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan Tarik , modulus elastisitas dan kekuatan bending dari komposit berpenguat serat ecenggondok .

Kata kunci:komposit , ecenggondok, fraksi volume, kekuatan Tarik , kekuatan bending

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

“THE RATIO OF HYACINTH AND HDPE(HIGH DENSITY POLYETHYLENE)FIBER AS COMPOSITE MATERIAL ON THE HULL OF THE SHIP”

Abstract

In this thesis, research is done to know how big tensile strength and bending strength of composite material of water hyacinth with treatment of variation of fiber volume fraction. It is expected that this composite material can replace glass fiber (fiberglass) which is expensive as a reinforcing material in the process of making the hull or the body of the ship. In the manufacture of test specimens carried out variations in volume fraction of fiber and water content. Tensile tests and appeals are conducted using standards ASTM D638 and ASTM D790. The results of the specimen test were conducted by the strength of pull and comparative strength then compared with HDPE as the test benchmark. The test results show that tensile strength, elastic modulus and comparative strength of the fiber watered composite.

Keywords: composite, water hyacinth, volume fraction, pull strength, strength of appeal.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul ” Potensi Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal”.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. [Ir. Amiadji M.Sc.](#) selaku dosen pembimbing dua atas pengarahan dan saran yang telah diberikan.
2. Bapak Edy Jadmiko S.T., M.T selaku dosen pembimbing satu atas pengarahan dan saran yang telah diberikan.
3. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTI-ITS.
4. Bapak Irfan Syarief, ST., MT selaku Kepala Laboratorium Marine Machinery Design And Manufacture.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan .
6. Orang Tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
7. Rekan-rekan mahasiswa di Laboratorium Marine Machinery Design And Manufacture, mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan 2013, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan moril dan partisipasinya sehingga terselenggaranya laporan ini.

Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2018

Penyusun

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | v |
| Abstrak..... | ix |
| Abstract | xi |
| KATA PENGANTAR | xiii |
| DAFTAR ISI..... | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| DAFTAR TABEL..... | xix |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Skripsi | 2 |
| 1.4. Tujuan Skripsi | 2 |
| 1.5. Manfaat..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. Komposisi | 3 |
| 2.1.1. Definisi Komposisi | 3 |
| 2.1.2. Material Penyusun Komposit..... | 4 |
| 2.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit | 4 |
| 2.1.4. Klasifikasi komposit | 5 |
| 2.2. Serat..... | 9 |
| 2.2.1. Serat Alam sebagai bahan filler Komposisi | 11 |
| 2.2.2. Serat Daun Eceng Gondo..... | 11 |
| 2.2.3. Matrik..... | 11 |
| 2.3. Katalis Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO) | 13 |
| 2.4. Kadar Air (<i>Moisture</i>)..... | 13 |
| 2.5. Penentuan Komposisi Volume Komposit | 14 |
| 2.6. ASTM (American Society of Testing and Material) | 15 |
| 2.7. Proses Pembuatan Komposit..... | 15 |
| 2.8. Pengujian Tarik | 15 |

| | |
|--|-----------|
| 2.9. Pengujian Bending | 16 |
| 2.10. Penelitian Terdahulu | 16 |
| 2.11. HDPE (High density polyethylene) | 17 |
| BAB III METODOLOGI..... | 21 |
| 3.1. Metodologi Penelitian | 21 |
| 3.2. Bahan dan Alat | 22 |
| 3.3. Pengolahan Serat eceng gondok..... | 22 |
| 3.4. Variasi arah serat eceng gondok..... | 23 |
| 3.5. Pembuatan komposit berpenguat serat eceng gondok..... | 23 |
| 3.6. Membuat Cetakan Komposit..... | 25 |
| 3.7. Takaran Resin..... | 26 |
| 3.8. Pembuatan Spesimen Komposit..... | 26 |
| 3.9. Jumlah Specimen Uji | 27 |
| BAB IV PEMBAHASAN..... | 29 |
| 4.1. Perhitungan Variasi Fraksi Volume Serat | 29 |
| 4.2. Data Hasil pengujian | 30 |
| 4.3. Hasil Perhitungan Data Pengujian..... | 32 |
| 4.4. Analisa Grafik Data Pengujian..... | 34 |
| 4.5. Perbandingan Hasil Uji Terhadap HDPE (High density polyethylene)..... | 39 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 41 |
| 5.2. Saran..... | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |
| LAMPIRAN..... | 45 |
| BIODATA PENULIS | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Penyusun Komposit | 3 |
| Gambar 2. 3 Jenis palstik yang sering digunakan manusia, arti kode plastik dan contoh penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. | 18 |
| Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> | 21 |
| Gambar 3. 3 Dimensi Spesimen Uji Tarik..... | 25 |
| Gambar 3. 4 Dimensi specimen uji bending..... | 26 |
| Gambar 4. 1Spesimen Uji Tarik | 31 |
| Gambar 4. 2 Spesimen hasil uji tarik..... | 32 |
| Gambar 4. 3 Grafik Data Uji Tarik..... | 35 |
| Gambar 4. 4 Grafik Data Modulus Elastisitas | 36 |
| Gambar 4. 5 Spesimen hasil uji bending | 37 |
| Gambar 4. 6 Grafik Data Uji Bending..... | 38 |

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Sifat-sifat serat gelas | 8 |
| Tabel 2. 2 Sifat serat <i>E-glass</i> CSM | 8 |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BTQN-EX (Justus,2001 dalam Nurmaulita,2010) | 13 |
| Tabel 2. 5 Kode plastic dari BPOM..... | 19 |
| Tabel 3. 1 Pebandingan Fraksi Volume Serat Eceng gondok dan Resin..... | 26 |
| Tabel 3. 3 Perbandingan Antara Kadar Air, Serat dan Resin | 27 |
| Tabel 4. 1 Perhitungan Fraksi volume Uji Tarik | 30 |
| Tabel 4. 2 Data Hasil Uji Tarik..... | 31 |
| Tabel 4. 3 Perhitungan Data Uji Tarik..... | 33 |
| Tabel 4. 4 Perhitungan Data Uji Tarik (lanjutan) | 34 |
| Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Bending..... | 37 |
| Tabel 4. 6 Perhitungan Data Uji Bending | 38 |

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit khususnya dalam bidang perindustrian. Industri pembuatan pesawat terbang, perkapalan, mobil dan industri pengangkutan merupakan contoh industri mengaplikasikan bahan-bahan yang memiliki sifat berindesitas rendah, tahan karat, kuat, tahan terhadap keausan.

Perkembangan komposit dewasa ini telah berkembang pesat, seiring penguasaannya semakin meluas. Dalam hal ini industri maritim merupakan salah satu bagian industri strategis yang dipilih sebagai ujung tombak industri berbasis teknologi dan strategi globalisasi guna menunjang pembangunan dalam negeri.

Perkembangan industri komposit di Indonesia dengan mencari bahan komposit Indonesia dengan mencari bahan komposit alternatif yang lain harus digalakkan, guna menunjang permintaan komposit di Indonesia yang semakin besar. Selama ini perkembangan komposit di Indonesia masih diarahkan dengan bahan-bahan sumber daya alam *non renewable* (tidak dapat diperbarui kembali) yang berasal dari galian bumi seperti gelas, karbon, aramid.

Untuk itu perlu dikembangkan bahan baku material penguat komposit yang ramah lingkungan, seperti *nature fibre*.

Bahan komposit *natural fibre* banyak terdapat di Indonesia misalnya dengan pemanfaatan serat bambu, serat nanas, serat tebu, serat pisang, ijuk dsb. Bahan alternatif tersebut nantinya harus berorientasi pada harga yang murah, jumlah yang melimpah, kualitas yang tinggi serta ramah lingkungan.

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah jenis tumbuhan air mengapung dan kadang-kadang berakar dalam tanah, tidak mempunyai batang daunnya tunggal dan berbentuk oval, dan ujungnya pangkal meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Eceng gondok merupakan salah satu bahan pengrajin.

Dalam penelitian ini eceng gondok diharapkan dapat menjadi bahan baku alternatif sebagai serat penguat komposit, karena populasi tanaman eceng gondok sangat besar. Sebagai perbandingan, populasi eceng gondok daerah rawa pening mencapai 70 % dari 2.300 hektar luas rawa tersebut (Kemitraan Air Indonesia, 2007).

Hasil penelitian ini diharapkan berkembangnya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material pembuatan komposit pembuatan kapal non-ferro dalam industri pembuatan kapal khususnya kapal *fiberglass*

Reinforced Plastic (material komposit berpenguat serat gelas). Pemanfaatan serat eceng gondok sebagai penguat komposit

1.2. Perumusan Masalah

Dari uraian yang disampaikan di atas, maka permasalahan yang menjadi bahan analisa dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui komposit berpenguat serat daun eceng gondok menahan beban tarik dan bending untuk digunakan dalam pembuatan lambung kapal.

1.3. Tujuan Skripsi

Untuk menjawab rumusan masalah di atas, pada penulisan tugas akhir ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kekuatan dari material komposit yang berpenguat serat daun eceng gondok jika menerima beban uji tarik untuk pembuatan kulit kapal sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/ diizinkan BKI setara untuk mengetahui kekuatan uji bendingnya.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan uji tarik dan uji bending dari material komposit berpenguat serat daun eceng gondok.

1.4. Tujuan Skripsi

Untuk menjawab rumusan masalah di atas, pada penulisan tugas akhir ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kekuatan dari material komposit yang berpenguat serat daun eceng gondok jika menerima beban uji tarik untuk pembuatan kulit kapal sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/ diizinkan BKI setara untuk mengetahui kekuatan uji bendingnya.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan uji tarik dan uji bending dari material komposit berpenguat serat daun eceng gondok.

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan serat daun eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pembuatan lambung kapal.
2. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya dalam rangka pengembangan di bidang maritime.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposisi

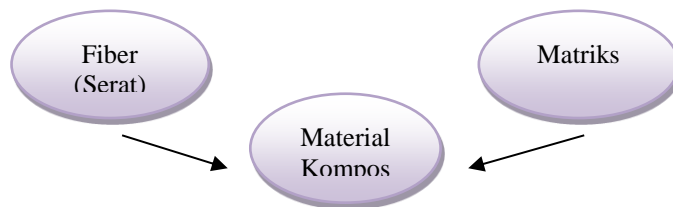
2.1.1. Definisi Komposisi

Komposit didefinisikan sebagai 2 macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu :

1. **Matriks**, berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan: carbon gelas, kevlar, dll.

2. **Filler (pengisi)**, berfungsi sebagai penguat dari matriks. Filler yang umum digunakan : carbon, glass, aramid, kevlar.

Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik (K. Van Rijswijk et.al, Natural Fiber Composite, 2001). Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekakuan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi (Sirait, 2010). Sedangkan proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita dapat lebih leluasa dalam merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan cara mengatur komposisi dari material pembentuknya. (Imam Pujo Mulyatno, 2008).



Gambar 2. 1 Penyusun Komposit

2.1.2. Material Penyusun Komposit

Material penyusun komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu *filler* (bahan pengisi) dan *matriks*. Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat *E-Glass*, *Boron*, *Carbon* dan lain sebagainya. Selain itu juga digunakan dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula dan lain sebagainya.

2. *Matriks*. Gibson R.F. (1994) mengatakan bahwa matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. *Matriks* secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit.

Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan *filler* (Nuyun, 2010).

2.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit

Beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matrik Composites* antara lain:

a. Letak dan arah serat

Letak dan arah serat dalam matrik akan menentukan kekuatan mekanik komposit, oleh karena itu dalam pembuatan komposit peletakan dan arah serat sangat diperhatikan. Menurut letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu:

- 1) *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- 2) *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- 3) *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* dan kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

b. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Panjang serat ada dua macam yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Serat pendek mempunyai kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan *continous fiber*.

c. Bentuk Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan

komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984).

d. Faktor Matrik

Dalam pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya.

e. Faktor Ikatan *Fiber-Matrik*

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan.

f. Katalis

Banyak sedikitnya katalis yang diberikan pada pembuatan komposit juga berpengaruh pada sifat mekanik yang dihasilkan oleh komposit nantinya.

g. *Void*

Void atau gelembung udara merupakan akibat yang tidak bisa dihindari pada saat proses pembuatan. Sehingga dimungkinkan untuk meminimalkan void yang dihasilkan pada bahan komposit. *Voids* (kekosongan) yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh matriks, sedangkan penguat selalu akan mentransfer tegangan ke matriks. Hal seperti ini menjadi penyebab munculnya *crack*, sehingga komposit akan gagal lebih awal. Kekuatan komposit terkait dengan *void* adalah berbanding terbalik yaitu semakin banyak *void* maka komposit semakin rapuh dan apabila sedikit *void* komposit semakin kuat.

2.1.4. Klasifikasi komposit

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat). Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

a. *Continous Fiber Composites*

Komposit yang diperkuat dengan serat secara berurutan (*Continous*) memiliki susunan serat panjang dan lurus membentuk lamina diantara matriksnya.

b. Woven Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat anyaman dan komposit ini tidak terpengaruh pemisahan antar lapisan, akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan serta kekakuannya tidak sebaik tipe Continuous Fiber.

c. Chopped Fiber Composites

Komposit yang diperkuat dengan serat yang dipotong pendek atau disusun secara acak.

d. Hybrid Composites

Komposit yang diperkuat dengan beberapa gabungan serat yaitu serat secara continuous dengan serat secara acak. Pertimbangannya agar dapat meminimalisir kekurangan sifat dari kedua tipe dan menggabungkannya menjadi satu.

2. Laminated Composites (Komposit Laminat). Komposit Laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid.

3. Particulate Composites (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Komposit partikel banyak dibuat untuk bahan baku industri. Kelayakan bahan komposit partikel yang telah dibuat dapat diketahui dengan melakukan pendekatan uji validitas

a) Berdasarkan matriks yang digunakan:

1. MMC: Metal Matriks Composite (menggunakan matriks logam)
2. CMC: Ceramic Matriks Composite (menggunakan matriks ceramic)
3. PMC: Polymer Matriks Composite (menggunakan matriks polymer)

PMC (Polymer Matriks Composite) merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan karat, korosi dan lebih ringan. Matriks polymer terbagi 2 yaitu thermoset dan termoplastik, perbedaannya polymer thermoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik yang biasa digunakan: polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyethylene (PE), dll.

Berikut lambang dari masing-masing jenis polymer.

b) Aplikasi Komposit diberbagai bidang:

komponen kapal layer, komponen kapal selam, komponen pesawat terbang, komponen pesawat luar angkasa, komponen satelit, komponen kereta, komponen sepeda.

A. **Fiber Reinforced Composite(FRC)**

Berdasarkan jenisnya, serat penguat untuk komposit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Serat Buatan (Sintetic Fiber), merupakan serat penguat untuk bahan komposit yang dibuat dari bahan-bahan kimia. Contohnya : serat gelas (fiber glass), serat optic (fiber optic), serat polyester (polyester fiber), dan lain-lain.

2. Serat Alami (Natural Fiber), merupakan serat penguat untuk bahan komposit yang merupakan serat alami dari hasil alam. Serat alami dapat berasal dari hewani walaupun pada umumnya kebanyakan berasal dari tumbuh-tumbuhan. Contoh : bulu domba (hewani), serat bambu dan serat pisang (tumbuhan), dan lain-lain.

B. **Karakteristik Komposit**

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan karena tegangan yang diberikan pada komposit pertama diterima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit (Vlack, 1995). Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain (Schwart, 1984). Bila peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar

yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi, agar beban ditranfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan (Vlack L. H., 2004)..

C. **Fiberglass (Serat Gelas)**

Fiberglass adalah material yang sangat baik untuk digunakan dalam berbagai produk dari bahan komposit yang terdiri dari berbagai komponen material fiber. Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya, dan suatu jenis serat seperti kaca, karbon sebagai penguatannya. Serat gelas terbagi menjadi 3 jenis yaitu serat *E-glass*, serat *C-glass* dan serat *S-glass* (Istanto, 2006).

Tabel 2. 1 Sifat-sifat serat gelas

| o | Jenis Serat | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| | <i>E-glass</i> | <i>C-glass</i> | <i>S-glass</i> |
| | Isolat or listrik yang baik | Tahan terhadap korosi | Modulus lebih tinggi |
| | Kekakuan tinggi | Kekuatan lebih rendah dari <i>E-glass</i> | Lebih tahan terhadap suhu tinggi |
| | Kekuatan Tinggi | Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i> | Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i> |

Sumber : Istanto, 2006

Fiber glass dikelompokkan sesuai dengan perannya di industry, yaitu *E-Glass* merupakan fiber yang paling banyak diproduksi dan pemakaian yang luas untuk *reinforced* pada komposit dan *S-Glass* merupakan fiber terpopuler kedua setelah *E-Glass*, mempunyai kekuatan tarik 30% lebih baik dan modulus elastisitas 20% lebih baik dari pada *E-Glass*. Tetapi tidak banyak digunakan karena harganya yang relatif mahal. *S-Glass* mempunyai kekuatan yang paling baik bila dibandingkan fiber yang lainnya, tetapi mempunyai keterbatasan modulus dalam aplikasinya. (Sulistijono, 2012).

Tabel 2. 2 Sifat serat *E-glass* CSM

| Sifat mekanis | Satuan | Nilai |
|-------------------------|--------------------|---------------|
| Diameter | μm | 12 |
| Densitas | Kg.m^{-3} | 2530 s/d 2600 |
| Modulus Elastisitas (E) | GPa | 7,3 |
| Kekuatan Tarik | MPa | 350 |
| Elongation | % | 4,8 |

Sumber: J.M. Barthelot, 1999

Keuntungan yang didapat dari penggunaan fiber-glass yaitu biaya produksi murah dan material yang dihasilkan tahan korosi. Biasanya digunakan untuk piing, tanks, boats, alat-alat olahraga. Adapun kekurangan dari penggunaan fiber-glass yaitu material yang dihasilkan memiliki

kekuatan yang relatif rendah, elongasi tinggi, serta memiliki kekuatan dan berat yang sedang (moderate). (Nurun Nayiroh, 2013).

D. Komposit Serat

Komposit ini menggunakan serat sebagai penguatnya. Serat yang digunakan biasanya berupa glass fibers, carbon fibers, aramid fibers (poly aramide), dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak, lurus maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Perbandingan antara panjang dengan diameter serat disebut sebagai rasio aspek. Semakin besar rasio aspeknya maka kekuatan dan kekakuan komposit akan semakin besar atau baik. Fungsi utama serat penguat dalam matriks adalah sebagai penahan dari beban yang diberikan pada komposit, selain itu serat penguat ini berfungsi untuk menjaga kekakuan dari komposit. Karena alasan inilah serat penguat yang digunakan untuk membuat komposit harus mempunyai kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi.

Serat merupakan unsur yang sangat penting pada komposit berpenguat serat yang fungsinya adalah sebagai pembawa beban. Komposit berpenguat serat banyak dipakai untuk produk yang memerlukan kekuatan tinggi dengan bobot yang rendah, sebagai bahan pengganti logam. Dengan menggabungkan serat penguat yang mempunyai kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi dengan matrik yang ulet. Maka diharapkan kita nantinya akan mendapatkan komposit kuat yang dilindungi oleh matriks yang ulet sebagai pelindung dari serat dan sebagai penjaga arah serat.

2.2. Serat

Serat adalah suatu jenis bahan yang berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Saat ini terdapat berbagai macam jenis serat baik yang berasal dari alam maupun yang dibuat oleh manusia. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis (serat buatan manusia).

1. Serat Alam

Serat alam menurut yaitu serat yang langsung diperoleh di alam. Pada umumnya kain dari serat alam mempunyai sifat yang hampir sama yaitu kuat, padat, mudah kusut, dan tahan penyeterikaan (Jumaeri, 1977:5). Serat alam meliputi serat yang dihasilkan oleh tanaman, hewan, dan proses geologis. Serat jenis ini dapat mengalami pelapukan.

Serat alam dapat digolongkan sebagai berikut :

- Serat tumbuhan

Serat ini tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan mengandung lignin. Contoh dari serat jenis ini yaitu katun dan serat rami.

- Serat kayu

Serat ini berasal dari tumbuhan berkayu

- Serat hewan

Serat ini tersusun atas protein tertentu. Contoh dari serat ini yang dimanfaatkan oleh manusia adalah sutera dan bulu domba

- Serat mineral

Serat ini dibuat dari asbestos. Saat ini asbestos adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk serat panjang.

2. Serat Buatan / Sintetis

Serat buatan yaitu serat yang molekulnya disusun secara sengaja oleh manusia. Sifat-sifat umum dari serat buatan, yaitu kuat dan tahan gesekan (Jumaeri,1977:5). Serat buatan atau serat sintesis umumnya berasal dari bahan petrokimia. Namun, ada pula serat sintetis yang dibuat dari selulosa alami seperti rayon. Serat buatan terbentuk dari polimer-polimer yang berasal dari alam maupun polimer-polimer buatan yang dibuat dengan cara kepolimeran senyawa-senyawa kimia. Serat buatan mempunyai sifat-sifat umum antara lain:

- ☐ Sangat kuat dan tahan gesekan
- ☐ Dalam keadaan kering atau basah kekuatannya tetap sama kecuali asetat
- ☐ Kenyal, pegas (elastis dan tahan regangan)
- ☐ Kurang dapat menghisap air
- ☐ Peka terhadap panas
- ☐ Tahan alkali, jamur, serangga, dan lain-lain
- ☐ Dapat diawetkan dengan panas
- ☐ Bahan awet
- ☐ Mudah dalam pemeliharaan
- ☐ Sulit mengisap air karena memberi rasa lembab

3. Serat Buatan / Sintetis

Serat buatan yaitu serat yang molekulnya disusun secara sengaja oleh manusia. Sifat-sifat umum dari serat buatan, yaitu kuat dan tahan gesekan (Jumaeri,1977:5). Serat buatan atau serat sintesis umumnya berasal dari bahan petrokimia. Namun, ada pula serat sintetis yang dibuat dari selulosa alami seperti rayon. Serat buatan terbentuk dari polimer-polimer yang berasal dari alam maupun polimer-polimer buatan yang dibuat dengan cara kepolimeran senyawa-senyawa kimia. Serat buatan mempunyai sifat-sifat umum antara lain:

- Sangat kuat dan tahan gesekan
- Dalam keadaan kering atau basah kekuatannya tetap sama kecuali asetat
- Kenyal, pegas (elastis dan tahan regangan)
- Kurang dapat menghisap air
- Peka terhadap panas
- Tahan alkali, tahan ngengat, jamur, serangga, dan lain-lain
- Dapat diawetkan dengan panas
- Bahan awet

- Mudah dalam pemeliharaan
- Sulit mengisap air karena memberi rasa lembab

2.2.1. Serat Alam sebagai bahan filler Komposi

Dengan perkembangan teknologi material, bahan dari komposit tidak berpacu hanya pada bahan filler sintetis. Serat alam sebagai filler komposit mulai digunakan karena memiliki kelebihan dibanding serat sintetis. Serat alam merupakan material alternatif yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan material alternatif lainnya, dimana dewasa ini telah berkembang dengan cepat dan memperoleh perhatian yang serius bagi para ilmuwan. Serat alam yang digunakan adalah serat pelepah kelapa, serat aren, serat batang pisang, serat daun nenas, serat pandan, dan sebagainya.

Kelebihan utama menggunakan serat alam sebagai filler pada komposit yaitu densitasnya rendah, mudah didaur ulang, *biodegradable*, mampu sebagai bahan pengisi dengan level tinggi sehingga menghasilkan sifat kekakuan yang tinggi, tidak mudah patah, jenis dan variasinya banyak, hemat energi dan murah (Rowell, 1995).

2.2.2. Serat Daun Eceng Gondo

Serat eceng gondok saat ini banyak digunakan dalam industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga (ukm) karena selain mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*) sehingga nanti dalam pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan. Dari pertimbangan diatas maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan analisa teknis berupa kekutan uji tarik dan uji bending dari komposit berpenguat serat eceng gondok. Dari hasil pengujian spesimen dilakukan analisa kekuatan tarik kemudian dibandingkan dengan kekuatan uji tarik dan uji bending yang di ijinakan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) sebagai tolak ukur standar ujinya

2.2.3. Matrik

Matrik adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik, umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matrik, artinya tidak ada reaksi yang mengganggu. Umumnya matrik dipilih yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi (Triyono & Diharjo, 2000).

Matrik mempunyai fungsi sebagai mentransfer tegangan ke serat, membentuk ikatan koheren permukaan matrik/serat, melindungi serat, memisahkan serat, melepas ikatan, dan stabil setelah proses manufaktur.

Untuk penggunaan yang sering ditemui di industri adalah jenis polimer, adapun jenis polimer yang ada adalah :

- a. Resin *Polyester*, merupakan resin yang sering digunakan pada proses manufacturing, pada pelapisan yang digunakan katalis untuk mempercepat pengerasan dari resin tersebut.
 - ❖ Massa Jenis : 1,2 Gram/cm³
 - ❖ Modulus Young : 3,2 Gpa
 - ❖ Angka Possion : 0,33
 - ❖ Kekuatan Tarik : 65 Mpa
- b. Resin *Epoxy*, merupakan pengkondisian antar epokloridrin dengan senyawa polihidroksi.
 - ❖ Massa Jenis : 1,19 Gram/cm³
 - ❖ Modulus Young : 3,65 Gpa
 - ❖ Angka Possion : 0,35
 - ❖ Kekuatan Tarik : 76 Mpa
- c. Resin *Silicon*, merupakan senyawa organic yang merupakan ikatan antar silicon dengan atom oksigen.
 - ❖ Massa Jenis : 1,20 Gram/cm³
 - ❖ Modulus Young : 3,2 Gpa
 - ❖ Angka Possion : 0,37
 - ❖ Kekuatan Tarik : 85 Mpa
- d. Resin *Furin*, merupakan resin yang diperoleh dengan proses kondensasi filfuril alcohol dengan fulfural.
 - ❖ Massa Jenis : 1,12 Gram/cm³
 - ❖ Modulus Young : 3,4 Gpa
 - ❖ Kekuatan Tarik : 85 Mpa
- e. Resin *Felonix*, merupakan resin yang diperoleh dengan proses kondensasi fhenolphenol dengan aldehyd.
 - ❖ Massa Jenis : 1,15 Gram/cm³
 - ❖ Modulus Young : 3, Gpa
 - ❖ Kekuatan Tarik : 50 Mpa

Resin polyester mempunyai keunggulan dan kelemahan, yaitu,

- Keunggulan
 - a) Viskositas rendah sehingga mempermudah proses pembasahan atau pengisian celah antara serat dan penguat
 - b) Harga relatif rendah
 - c) Ketahanan terhadap lingkungan korosif sangat baik kecuali pada larutan alkali
- Kelemahan
 - a) Pada saat pengeringan terjadi penyusutan dan terjadi kenaikan temperature. Sehingga lamina menjadi getas. Hal ini biasanya

disebabkan oleh penambahan katalis dan accelerator sehingga waktu curing menjadi lebih cepat.

- b) Mudah terjadi cacat permukaan atau goresan
- c) Mudah terbakar

Tabel 2. 3 Spesifikasi Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BTQN-EX
(Justus,2001 dalam Nurmaulita,2010)

| Item | Satuan | Nilai Tipikal | Catatan |
|--------------------------------|---------------------|------------------|---------|
| Berat jenis | - | 1,215 | 25 °C |
| Penyerapan air (suhu ruang) | % | 0,188 | 24 jam |
| | | 0,466 | 7 hari |
| Keteguhan Lentur | kgf/mm ² | 9,4 | - |
| Modulus Fleksural | kgf/mm ² | 300 | - |
| Keteguhan Tarik | kgf/mm ² | 5,5 | - |
| Modulus Tarik | kgf/mm ² | 300 | - |
| Elongasi | % | 2,1 | - |

Catatan : Kekentalan (Poiso, pada 25 °C): 4,5-5,0; Thixotropic Index: > 1,5; Waktu gel (menit, pada 30 °C) : 20-30; Lama dapat disimpan (bulan):<6, pada 25 °C. Formasi : Bagian :100;MEKPO : 1

2.3. Katalis Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO)

Katalis yang digunakan adalah katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) C₄H₈O dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi dari katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matrik akan mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akibat mencampurkan katalis terlalu banyak adalah membuat komposit menjadi getas. Pada saat mencampurkan katalis ke dalam matriks maka akan timbul reaksi panas (600–9000 C).

2.4. Kadar Air (*Moisture*)

Kadar air (*moisture*) dari serat alam sangat menentukan kekuatan ikatan antar selulose dan ketahanan serat terhadap lingkungan. Jumlah kadar air yang terlalu besar akan mengurangi daya ikat antar selulosa dan lignin penyusun serat. sedangkan kadar air yang kurang akan menimbulkan serat menjadi rapuh dan tidak fleksibel. Oleh karena perlu adanya kontrol kadar air serat, sehingga diperoleh kadar air serat paling optimum.

Kandungan air sangat mempengaruhi daya ikat (adhesi) antara serat dan resin. Jadi jika serat dengan kadar air tinggi diaplikasikan dengan resin polimer, maka ikatan interfasiyal menjadi lemah. Hal ini disebabkan kandungan air bisa mengisi daerah antar serat dan resin, sehingga menyebabkan ikatan ini menjadi licin. Jadi dengan pengurangan kadar air diharapkan akan diperoleh kekuatan optimal dari serat daun nanas (Dody Ariawan dkk, 2004).

Pengurangan kadar air ini biasanya menggunakan pemanasan pada suhu dan waktu tertentu. Sebab pemakaian suhu yang terlalu tinggi (atau tidak terkontrol) akan menimbulkan kerusakan pada serat.

Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik serat, sebab kadar air merupakan salah satu campuran pengikat pada selulosa. Sehingga jika kadar air dalam serat terlalu besar atau terlalu kecil, hal ini akan menimbulkan fluktuasi penurunan kekuatan serat akibat rusaknya ikatan sel selulose (Wijang Wisnu R dkk, 2004)

2.5. Penentuan Komposisi Volume Komposit

Salah satu factor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik material komposit adalah kandungan (presentase) antara matriks dan serat. Sebelum melakukan proses pencetakan komposit, terlebih dahulu dilakukan perhitungan mengenai volume komposit (V_c), Volume Serat (V_s) dan massa serat (m_s) sebelum komposit dicetak (Gibson, 1994). Volume komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_c = P.L.T$$

Dimana :

V_c : Volume komposit sebelum dicetak (m^3)

P : Panjang komposit sebelum dicetak (m^3)

L : Lebar komposit sebelum dicetak (m^3)

T : Tinggi komposit sebelum dicetak (m^3)

Volume serat (V_s) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_s = \frac{f_{vs} \times V_c}{100\%}$$

Dimana :

V_s : Volume serat sebelum dicetak (m^3)

f_{vs} : Fraksi volume serat yang digunakan (%)

Massa serat (m_s) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$m_s = \rho_s \cdot V_s$$

Dimana :

m_s : Massa serat sebelum dicetak (kg)

ρ_s : Massa jenis serat sebelum dicetak (kg/m^3)

2.6. ASTM (American Society of Testing and Material)

ASTM Internasional merupakan organisasi internasional sukarela yang mengembangkan standarisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa. ASTM merupakan singkatan dari American Society for Testing and Material, dibentuk pertama kali pada tahun 1898. ASTM mempunyai lebih dari 12.000 buah standar. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam penelitian akademisi maupun industri.

Pada evaluasi atau pengukuran suatu besaran, terdapat beberapa prosedur yang harus dilakukan dengan benar supaya hasilnya dapat dipertanggung jawabkan. Prosedur – prosedur itu sendiri akan mengikuti salah satu standar baku yang ditetapkan oleh suatu badan atau otoritas tertentu, misalnya ASTM (American Society for Testing and Materials), JIS (Japan Industrial Standards), BS (British Standard), DIN (Jerman), atau SNI (Standar Nasional Indonesia).

2.7. Proses Pembuatan Komposit

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah metode *hand lay up*. Metode *hand lay-up* dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahap pertama adalah meletakkan serat pada cetakan kaca. Tahap kedua adalah menuang matrik ke dalam cetakan. Tahap ketiga adalah penekanan pada permukaan untuk meratakan dan menghilangkan udara yang terperangkap. Dan tahap terakhir adalah pengeringan komposit.

Ada beberapa pertimbangan mengapa dipilih metode *hand lay up* karena biayanya murah, dapat digunakan untuk benda besar maupun kecil, alat yang digunakan sederhana, bisa digunakan untuk serat pendek maupun panjang dan pengerjaannya mudah. Namun, metode ini juga memiliki beberapa kekurangan seperti kekuatan lapisan tergantung oleh pengerjaan tangan yang melapisi, keseragaman produk kurang dan pengerjaan lama

2.8. Pengujian Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan ini bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat

Besarnya tegangan dan regangan pada pengujian tarik dapat dinyatakan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = P / A$$

P = beban (N)

A = luas penampang (mm)²

σ = tegangan (Mpa)

Besarnya regangan merupakan akumulasi jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gage length*). Sedangkan nilai regangan adalah regangan proporsional yang di dapat dari garis proporsional pada grafik tegangan – regangan hasil uji tarik komposit

$$\varepsilon = \Delta L / L$$

ΔL = pertambahan panjang (mm)

L = panjang daerah

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan :

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E = modulus elastisitas tarik (Mpa)

σ = kekuatan tarik (Mpa)

ε = regangan (mm / mm)

2.9. Pengujian Bending

Pengujian ini merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap spesimen dan bahan, baik bahan yang akan digunakan pada kontraksi atau komponen yang akan menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan.

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dudukan dan pembebanan pada tengah-tengah batang uji (*three point bending*), maka tegangan maksimum dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

σ = Kekuatan *bending*, MPa

P = Beban, N

L = Panjang span, mm

b = lebar batang uji, mm

d = tebal batang uji, mm

2.10. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Hartono Yudo dalam Analisa Teknis Rekayasa Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Tarik,

Dengan perlakuan pola anyaman variasi arah serat sudut arah serat sudut 0 derajat dan 45 derajat sebagai matrik resin polyester, pengujian spessimen dilakukan Analisa kekuatan Tarik kemudian dibandingkan dengan nilai kekuatan Tarik yang diijinkan oleh Biro Klasifikasi

Indonesia sebagai tolak ukur standar ujiannya, perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume 32% matrik polyester dan 68 serat eceng gondok, dengan metode hand lay up, hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan Tarik dan modulus elastisitas dan komposit berpenguat serat eceng gondok belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan Tarik dan modulus elastisitas dari BKI yakni: untuk arah serat 0 derajat searah kekuatan Tarik nya sebesar 0.648 kg/mm² dan modulus elastase nya sebesar 472,46 kg/mm², untuk arah serat 45 derajat bersilangan kekuatan tariknya sebesar 0.252 kg/mm² dan modulus elastisitas nya sebesar 149.462 kg/mm².

2.11. HDPE (High density polyethylene)

Polietilena (disingkat PE) (IUPAC: Polietena) adalah termoplastik yang digunakan secara luas oleh konsumen produk sebagai kantong plastic. sekitar 80 juta metrik ton plastic ini diproduksi setiap tahunnya. Polietilena adalah polimer yang terdiri dari rantai panjang monomer etilena (IUPAC: etena). Di industry polimer, polietilena ditulis dengan singkat PE perlakuan yang sama dilakukan oleh polistirena (PS) dan polipropilena (PP). Molekul etena C_2H_4 adalah $CH_2=CH_2$.

Sedangkan yang dimaksud dengan HIGH DENSITY PE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1.75kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada symbol daur ulang. Pada tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton.

Disadari bahwa penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari selain memberi manfaat dan kemudahan, juga mengandung bahaya yang tak tampak. Berbagai peralatan rumah tangga, mainan anak-anak, dan berbagai produk lagi yang erat bersinggungan dengan kehidupan manusia. Agar tidak salah pilih, berikut adalah kode-kode plastic yang telah disepakati oleh para ahli di dunia berhubungan dengan faktor keamanan produk plastik tersebut. Tidak ada salahnya (bahkan sangat dianjurkan) untuk memperhatikan tanda-tanda ini demi keamanan saat membeli produk-produk berbahan plastik

Simbol daur ulang (Recycle) menunjukkan jenis bahan resin yang digunakan untuk membuat materi. Simbol ini dibentuk berdasar atas Sistem Internasional koding plastic loop segitiga biasa (juga dikenal sebagai *Mobius loop*), dengan akronim dari bahan yang digunakan, tepat dibawah segitiga .



Gambar 2. 2 Jenis palstik yang sering digunakan manusia, arti kode plastik dan contoh penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

1. PETE (Polyethylene Terephthalate)
Adalah salah satu jenis plastic yang paling sering digunakan dalam produk makanan dan minuman. Umumnya PETE ditemukan pada sebagian besar botol air mineral. Hal ini dimaksudkan untuk aplikasi penggunaan tunggal, penggunaan berulang meningkatkan risiko pencucian dan pertumbuhan bakteri.
2. HDPE (High Density Polyethylene)
Adalah plastic kaku yang digunakan untuk membuat botol susu, detergen dan minyak botol, mainan, dan beberapa kantong plastic. Plastic HDPE adalah yang paling sering didaur ulang dan dianggap sebagai salah satu bentuk plastic yang paling aman.
3. PVC (Polyvinly Chloride)
Adalah plastic yang mudah dibentuk, digunakan untuk membuat pembungkus makanan , botol minyak goreng ,balon air, dan mainan anak-anak. PVC bias juga digunakan sebagai bahan pelindung kabel ,dan pipa plastic. Karena pvc relative tahan terhadap sinar matahari dan cuaca,pvc juga digunakan untuk membuat bingkai jendela, selang, beddeng dan teralis.
4. LDPE (Low Density Polyetylene)
Sering ditemukan pada kantong kresek, botol yang bisa diperas, dan jenis kantong plastic yang digunakan untuk paket roti. Plastic kantong belanja yang digunakan disebagai besar toko-toko saat ini dibuat dengan menggunakan plastic LDPE.
5. PP (Polypropylene)
Adalah palstik yang tangguh dan ringan, dan memiliki kualitas tahan panas yang sangat baik. Berfungsi sebagai penghalang terhadap kelembapan, minyak dan bahan kimia. Hal ini membuat sereal anda kering dan segar. PP juga biasa diguanakan untuk ember , botol plastic. PP dianggap aman untuk digunakan kembali dan merupakan jenis plastik terbaik untuk kebutuhan dapur

6. PS (Polystyrene)

Jenis ini memiliki ciri kaku, getas, buram, terpengaruh lemak dan pelarut, mudah dibentuk dan melunak pada suhu 95 derajat celcius

Stereofom memang bahaya, terlebih jika terpapar suhu panas karena bahan kimia berbahayanya mudah bermigrasi ke makanan dan ini sulit diolah oleh lingkungan jadi disarankan perhatikan lagi penggunaannya.

7. Plastik lainnya(BPA, LEXAN dan polycarbonate)

Ditanda dengan logo segitiga bernomor 7 pada kemasan yang biasanya berjenis polikarbonat (pc) dengan ciri tidak mudah pecah, ringan , jernih, secara termal sangat stabil.

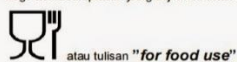
Tabel 2. 4 Kode plastic dari BPOM

| KODE JENIS PLASTIK YANG LAZIM DIGUNAKAN UNTUK KEMASAN MAKANAN | | | |
|---|---|--|---|
| JENIS POLIMER | KODE | SIFAT | PENGUNAAN |
| Polietilen tereftalat (PET) |  | Jernih, kuat, tahan pelarut, kedap gas dan air, melunak pada suhu 80°C | Botol minuman, minyak goreng, selai <i>peanut butter</i> , kecap dan sambal, tray biskuit |
| High Density Polyethylene (HDPE) |  | Keras hingga semi fleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, permeabel terhadap gas, permukaan berkilin (<i>waxy</i>), buram (<i>opaque</i>), mudah diwarnai, diproses dan dibentuk, melunak pada suhu 75°C | Botol susu cair dan <i>juice</i> , tutup plastik, kantong belanja dan wadah es krim |
| Polivinil klorida (PVC) |  | Kuat, keras, bisa jernih, bentuk dapat diubah dgn pelarut, melunak pada suhu 80°C | Botol jus, air mineral, minyak sayur, kecap, sambal, pembungkus makanan (<i>food wrap</i>) |
| Low Density Polyethylene (LDPE) |  | Mudah diproses, kuat, fleksibel, kedap air, permukaan berkilin, tidak jernih tapi tembus cahaya, melunak pada suhu 70°C | Pot yoghurt, kantong belanja (kresek), kantong roti dan makanan segar, botol yang dapat ditekan |
| Polipropilen (PP) |  | Keras tapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tidak jernih tapi tembus cahaya, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140°C | Pembungkus biskuit, kantong chips kentang, krat sereal, pita perekat kemasan dan sedotan |

Sumber : Lampiran Kode dari BPOM

| JENIS POLIMER | KODE | SIFAT | PENGUNAAN |
|---|---|---|---|
| Polistiren (PS) |  | Jernih seperti kaca, kaku, getas, buram, terpengaruh lemak dan pelarut, mudah dibentuk, melunak pada suhu 95°C | Wadah makanan beku, sendok, garpu |
| Polistiren busa (EPS – 'stryofoam') |  | Bentuk busa, ringan, getas, kaku, biasanya berwarna putih | Wadah makanan siap saji, cup kopi |
| Other - Lainnya (misalnya polikarbonat) |  | Keras, jernih, tahan panas | Galon air mineral, botol susu bayi |
| Melamin-formaldehid (MF) | Tidak dapat didaur ulang (termoset) | Keras, kuat, mudah diwarnai, bebas rasa dan bau, tahan terhadap pelarut dan noda, kurang tahan terhadap asam dan alkali | Peralatan makan: gelas, mangkok, sendok, dan piring |

Logo kemasan plastik yang diijinkan untuk mewadahi makanan di kawasan Uni Eropa yang juga digunakan oleh sejumlah negara.



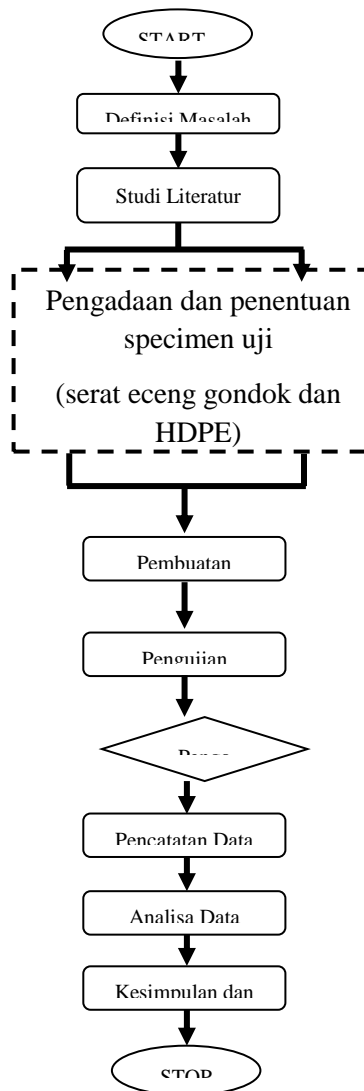
Sumber : Lampiran kode dari BPOM

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

3.1. Metodologi Penelitian

Untuk menyelesaikan masalah diatas akan digunakan metode eksperimen atau metode pengujian. Pengujian terhadap kekuatan uji tarik, uji bending dan uji impek dari komposit serat daun eceng gondok yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dngan kekuatan dari HDPE berdasarkan peraturan BKI Desain eksperimen dapat dilihat dalam *flow chart* dibawah :



Gambar 3. 1 *Flowchart*

3.2. Bahan dan Alat

1) Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Serat daun eceng gondok yaitu serat alam yang digunakan sebagai bahan penguat komposit
2. Resin polyester BQTN-EX massa jenis 1,20 gr/cm³, modulus young 1,18.10³ N/mm² dan angka poisson 0,33 yang berfungsi sebagai matrik
3. Wax yang berfungsi sebagai memudahkan melepas komposit dari cetakan.

2) Alat

Adapun alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Cetakan benda uji dan bahan kaca yang dibentuk sesuai geometri spesimen uji
2. Timbangan digital untuk menimbang
3. Gelas ukur untuk mengukur volume serat dan resin
4. Mesin gerindra potong untuk memotong komposit menjadi benda uji
5. Jangka Sorong untuk mengukur dimensi spesimen uji
6. Mesin Uji Tarik dan *Bending*

3.3. Pengolahan Serat eceng gondok

1. Pemilihan tanaman eceng gondok dari jenis *Limnocharis flava* dengan memperoleh dari habitat yang sama, Dalam penelitian ini eceng gondok diperoleh dari Rawa Pening.
2. Tanaman eceng gondok dipilih dengan tinggi yang sama kira - kira 30 cm.
3. Pemilihan tanaman eceng gondok dengan kualitas yang baik.
4. Tanaman dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran kemudian lalu dipilih ukuran panjang & diameter batang tanaman yang kira – kira sama. Panjang & batang tanaman dipilih dengan panjang kira – kira 30 cm.
5. Untuk mendapatkan serat yang seragam, maka batang tanaman ditumbuk sampai permukaan seratnya rata, lalu serat dikeringkan selama 10 hari dengan cara dijemur sinar matahari sampai benar – benar kering.
6. Setelah kering untuk mendapatkan serat yang sama panjang dan lebarnya agar memenuhi unsur homogenitas, maka panjang serat dan lebar serat di seragamkan dengan cara dipilih kualitas serat yang baik dan seragam.
7. Pengambilan serat dari tanaman eceng gondok dengan bantuan sikat kawat, eceng gondok disikat dengan cara membujur searah dengan sikat kawat tersebut, lalu dengan sendirinya serat akan memisah dari daging tanaman tersebut. Lalu dipotong bagian ujung serat agar panjang serat menjadi 20 cm agar semua dimensi serat sama.
8. Setelah itu serat eceng gondok, dapat dilakukan penyetricaan agar serat lebih kaku untuk memudahkan penganyaman. Metode penganyaman yang menggunakan pola *Plain Weave Fiberglass Cloth* dengan cara menjalin jalur – jalur serat secara selang – seling untuk menghasilkan corak bergerigi pada lajur motif spesimen uji.

9. Proses selanjutnya melakukan penganyaman serat dengan cara manual untuk mendapatkan serat eceng gondok dalam bentuk lembaran anyaman dengan ukuran 20 x 20 cm. Jumlah serat untuk menjadi lembaran anyaman tersebut disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

3.4. Variasi arah serat eceng gondok

Adapun macam atau jenis serat yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Arah serat dwiarah (pola anyaman) dengan sudut 0 derajat Lamina ini diperoleh dengan cara menyusun serat eceng gondok secara merata hingga membentuk satu layer dan tiap layer disusun saling tegak lurus membentuk sudut 90 derajat sehingga membentuk anyaman arah sudut 0 derajat.
- b. Arah serat dwiarah (pola anyaman) dengan sudut 45 derajat Lamina ini diperoleh dengan cara menyusun serat eceng gondok secara merata hingga membentuk satu layer dan tiap layer disusun saling tegak lurus membentuk sudut 90 derajat sehingga membentuk anyaman arah sudut 45 derajat.

3.5. Pembuatan komposit berpenguat serat eceng gondok

Proses pembuatan komposit dilakukan sebagai berikut : a. Menyiapkan bahan-bahan yang akan diperlukan dalam pengerjaan pembuatan material komposit. Bahan – bahan yang dibutuhkan, antara lain;

- lembaran-lembaran serat eceng gondok hasil penganyaman.
- Matrik,

Dalam penelitian ini jenis material polymer yang dipilih sebagai bahan matriks adalah jenis Unsaturated Polyester Resin dengan merk dagang BQTN-EX dengan data teknis sebagai berikut;

- Massa Jenis : 1,20 gr/cm³
- Modulus Young : 1,18.10³ N/mm²
- Angka Poison : 0,33
- Kekuatan Tarik : 12,7 N/mm²

Dalam resin ini, mengandung komposisi campuran resin polyester tak jenuh murni dan bahan pelarut stiren dengan perbandingan 1:3. Selain itu di tambah katalis berupa MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida) sebagai zat curing, mempersingkat waktu curing.

- Wax,

Wax berfungsi memudahkan melepas komposit dari cetakan. b. Peralatan yang digunakan yang menunjang dalam pengerjaan pembuatan material komposit digunakan, antara lain;

- Alat Cetakan;

Direncanakan berbahan kaca dengan ketebalan 7 mm, berdimensi 200 x 200 x 7 mm, terdiri atas tiga bagian yaitu; bagian tepi, bagian alas dan bagian tutup cetakan..

- Timbangan;

Untuk mengukur berat serat dan matriks, timbangan yang digunakan adalah timbangan digital agar tingkat ketelitian ukuran lebih baik.

- Gelas Ukur;

Untuk mengukur volume resin yang akan dituang di cetakan.

- Mixer;

Untuk mengaduk antara resin dengan katalis agar campuran katalis dengan resin menyatu.

- Kuas 1”.

Untuk meratakan resin yang dituang ke dalam cetakan di atas serat.

- Penjepit kayu;

Untuk menjepit tutup cetakan supaya permukaan rata dan mengatur ketebalan lamina yang diinginkan.

- Sarung Tangan;

Untuk melindungi tangan agar tidak bersentuhan langsung dengan campuran resin.

- Gergaji;

Digunakan untuk memotong spesimen sesuai bentuk standar ASTM.

- Gerindra;

Untuk memotong dan menghaluskan spesimen sesuai standar ASTM.

c. Menghitung ketebalan lamina

d. Menghitung fraksi berat dan volume ba Setelah diketahui fraksi berat dan volume untuk serat untuk satu cetakan (200 x 200x7 mm). Maka lembaran – lembaran serat dapat dibagi sesuai dengan dimensi panjang dan lebar cetakan.

e. Cetakan kaca dilapisi dengan wax secara merata agar lamina kulit mudah dilepas dari cetakan.

f. Lembaran – lembaran anyaman yang telah dibagi disusun secara lamina dengan matriks (campuran resin) sesuai fraksi volume yang telah dihitung.

g. Mengukur volume resin sesuai dengan tebal.

h. Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata dan didiamkan selama 5 menit agar gelembung udara terlepas.

i. Menuangkan campuran resin dengan katalis sebanyak 2/3 dari total campuran tiap lamina lalu diratakan dengan kuas.

j. Mengoleskan sisa campuran 1/3 campuran resin ke lembar pertama serat eceng gondok, kemudian diletakkan di atas cairan resin dalam cetakan. Untuk menghilangkan gelembung udara terperangkap saat pengerjaan, maka lamina ditekan - tekan sehingga gelembung udara bisa keluar dengan cara di roll.

k. Selanjutnya tutup cetakan diletakan di atas lamina untuk meratakan permukaan lamina.

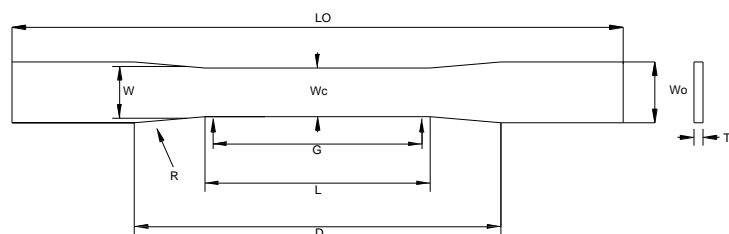
l. Setelah lamina material komposit benar - benar kering, material boleh dikeluarkan dari cetakan

3.6. Membuat Cetakan Komposit

Cetakan pada specimen uji ini menggunakan bahan dari kaca. Dengan dimensi uji sebagai berikut

1. Dimensi specimen Uji Tarik ASTM D638 M

Geometri specimen menurut ASTM D638 M “Standard Test Method for Tensile properties of plastics “ dengan tebal 8mm Panjang 20mm , ditunjukkan pada gambar.



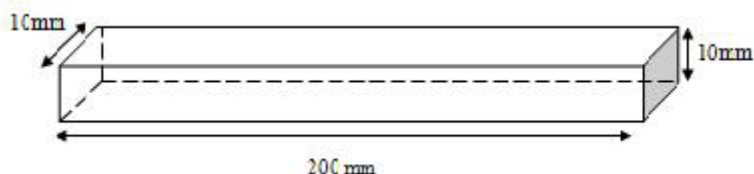
Gambar 3. 2 Dimensi Spesimen Uji Tarik

Keterangan :

| | | | |
|----------------|-------------------------|-----------------|----|
| W | : lebar bagian sempit | : 10 | mm |
| L | : panjang bagian sempit | : 60 | mm |
| W _o | : lebar total minimal | : 20 | mm |
| L _o | : panjang total minimal | : 250 | mm |
| G | : panjang gage | : 60 | mm |
| D | : jarak antar grip | : 115 | mm |
| R | : radius | : 60 | mm |
| W _c | : lebar bagian tengah | : + 0,00 – 0,10 | mm |

2. Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D790- 92

Geometri specimen uji bending D790-92 “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials” dengan tebal mm ditunjukkan pada gambar



Gambar 3. 3 Dimensi specimen uji bending

Keterangan :

L : Panjang : 125 mm

B : Lebar : 12,7 mm

H : Ketebalan : 3,2 mm

3.7. Takaran Resin

Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat yang telah ditentukan diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Pebandingan Fraksi Volume Serat Eceng gondok dan Resin

| No | Serat Eceng Gondok | Resin |
|----|--------------------|-------|
| 1 | 55% | 45% |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | 65% | 35% |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | 75% | 25% |
| 8 | | |
| 9 | | |

3.8. Pembuatan Spesimen Komposit

Pembuatan spesimen uji ini dilakukan dengan metode *hand lay up* dengan langkah sebagai berikut:

1. Cetakan kaca dilapisi dengan *wax* secara merata agar spesimen yang dibuat mudah lepas dari cetakan.
2. Mengukur volume resin sesuai dengan perbandingan volume serat penguat
3. Katalis dicampurkan sebanyak 1 % dari volume resin, kemudian diaduk secara merata selama 2 menit dan didiamkan selama kurang lebih 4 menit agar gelembung udara bisa terlepas.
4. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan kaca dan diratakan dengan menggunakan kuas atau rol cat.
5. Meletakkan serat daun nanas sebagai layer keatas resin yang telah dituang ke dalam cetakan, kemudian di rol atau ditekan-tekan agar gelembung udara yang

terperangkap dalam cetakan dapat keluar. Lalu didiamkan selama kurang lebih 15 menit.

6. Membuat campuran resin, dan katalis seperti langkah sebelumnya sebagai pelapis diatas serat daun nanas
7. Menuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan, lalu diratakan dengan kuas.
8. Dan seterusnya dengan langkah yang sama sampai layer yang ditentukan

3.9. Jumlah Specimen Uji

Pada pengujian tarik dan bending ini dibuat 2 sampel specimen disetiap variasi kadar air pada serat sehingga akan didapatkan 36 specimen uji.

Tabel 3. 2 Perbandingan Antara Kadar Air, Serat dan Resin

| No | Kadar Air pada Serat | Serat Eceng Gondok | Resin |
|----|----------------------|--------------------|-------|
| 1 | 5% | 55% | 45% |
| 2 | 8% | | |
| 3 | 10% | | |
| 4 | 5% | 65% | 35% |
| 5 | 8% | | |
| 6 | 10% | | |
| 7 | 5% | 75% | 25% |
| 8 | 8% | | |
| 9 | 10% | | |

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB IV PEMBAHASAN

Proses pembuatan spesimen komposit serat daun nanas menggunakan perbandingan variasi fraksi volume serat dan resin yang telah ditentukan. Spesimen dilakukan pengujian tarik dan bending. Berikut ini akan dibahas hasil dari pengujian tersebut.

4.1. Perhitungan Variasi Fraksi Volume Serat

Berdasarkan perbandingan fraksi volume serat dan resin yang telah ditentukan, maka perhitungan massa serat dan resin sebagai berikut:

- Fraksi Volume Uji Tarik
 - Fraksi volume serat eceng gondok = 75 %
 - Panjang cetakan (p) = 20 cm
 - Lebar cetakan (b) = 20 cm
 - Tebal *skin* (t) = 0,7 cm
 - Massa jenis serat (ρ_b) = 0,25 gram/ cm³
 - Massa jenis resin (ρ_m) = 1,2 gram/ cm³
 - Volume *laminat* serat eceng gondok
 - $v = p.b.t$
 - $= 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm}$
 - $= 280 \text{ cm}^3$
 - Volume serat eceng gondok yang dibutuhkan
 - $v = Fv_b \times v_{\text{laminat}}$
 - $= 75\% \times 280 \text{ cm}^3$
 - $= 210 \text{ cm}^3$
 - Massa serat eceng gondok yang dibutuhkan
 - $m = \rho_b \times v \text{ serat eceng gondok}$
 - $= 0,25 \text{ gram/ cm}^3 \times 280 \text{ cm}^3 = 52,5 \text{ gram}$
 - volume resin yang telah diberi hardener
 - $V_{\text{hardened resin}} = V_{\text{resin}} + V_{\text{bambu}}$
 - $= 25\% \times 280 \text{ cm}^3$
 - $= 70 \text{ cm}^3$
 - Massa resin yang dibutuhkan
 - $m = \rho_m \times v \text{ resin}$
 - $= 1,2 \text{ gram/ cm}^3 \times 70 \text{ cm}^3 = 84 \text{ gram}$

Dari perhitungan fraksi volume, maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4.1 menunjukkan perhitungan dari semua variasi fraksi volume.

Tabel 4. 1 Perhitungan Fraksi volume Uji Tarik

| Ukuran Lamina (20 x 20 x 0,7mm) | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------|--------------|
| No | Fraksi Volume | Konfigurasi | Berat (gram) |
| 1 | 75% : 25% | Serat | 52,5 |
| 2 | | Resin | 84 |
| 3 | 65% : 35% | Serat | 45,5 |
| 4 | | Resin | 117,6 |
| 5 | 55% : 45% | Serat | 38,5 |
| 6 | | Resin | 151,2 |

4.2. Data Hasil pengujian

Berikut ini merupakan data yang diperoleh pada saat melakukan pengujian tarik dan bending diLaboratorium.

1. Pengujian Tarik

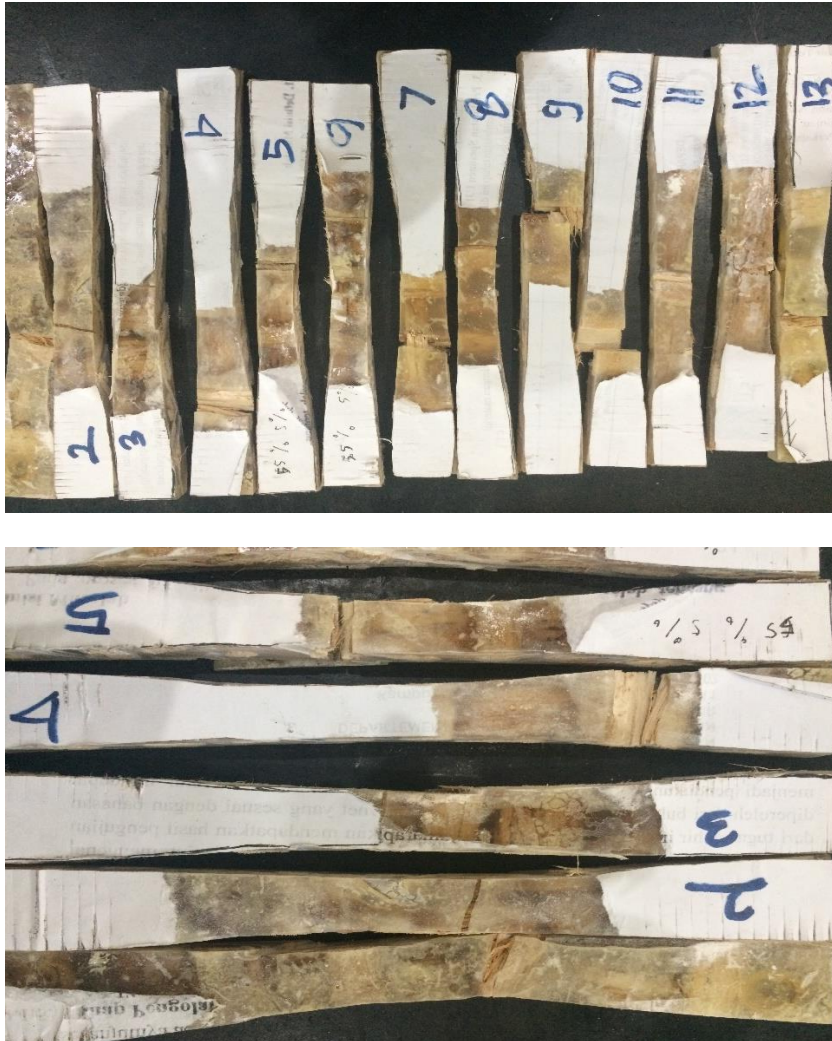
Setelah dilakukan uji Tarik dengan hasilnya dicatat oleh mesin uji Tarik untuk menganalisa kekuatan Tarik material hasil uji Tarik, hal ini diperlukan karena untuk perhitungan pengujian material berikutnya menggunakan satuan N/mm² menjadi satuan Mpa.

Tabel 4. 2 Data Hasil Uji Tarik

| Fraksi Volume | | Kadar | Spesimen | Panjang Awal | Lebar | Tebal | Luas (Ao) | Beban maksimal spesimen (P) | $\Delta L = (L_{akhir} - L_{awal})$ |
|---------------|-------|---------|----------|--------------|-------|-------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Serat | Resin | Air (%) | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kgf) | (mm) |
| 75% | 25% | 5 | 1 | 167 | 13.96 | 9.38 | 130.9448 | 436.97 | 2.5 |
| | | | 2 | 164 | 13.67 | 10.45 | 142.8515 | 567.19 | 2.79 |
| | | 8 | 1 | 162 | 14.4 | 9.73 | 140.112 | 302.49 | 1.03 |
| | | | 2 | 163 | 13.56 | 9.46 | 128.2776 | 313.73 | 1.77 |
| | | 10 | 1 | 166 | 13.2 | 8.96 | 118.272 | 131.66 | 0.81 |
| | | | 2 | 165 | 13.21 | 8.79 | 116.1159 | 146.01 | 0.76 |
| 65% | 35% | 5 | 1 | 147,4 | 14.92 | 8.69 | 129.6548 | 223.57 | 3.18 |
| | | | 2 | 165 | 12.63 | 7.56 | 95.4828 | 160.36 | 1.3 |
| | | 8 | 1 | 168 | 15.36 | 8.09 | 124.2624 | 257.25 | 2.36 |
| | | | 2 | 162 | 14.37 | 8.14 | 116.9718 | 182.98 | 1.52 |
| | | 10 | 1 | 165 | 12 | 6.49 | 77.88 | 156.31 | 3.26 |
| | | | 2 | 163 | 13.76 | 6.81 | 93.7056 | 144.11 | 2.61 |
| 55% | 45% | 5 | 1 | 165.5 | 12.38 | 8.9 | 110.182 | 96.1 | 1.18 |
| | | | 2 | 164 | 11.21 | 8.85 | 99.2085 | 228.65 | 2 |
| | | 8 | 1 | 165 | 14.58 | 8.8 | 128.304 | 293.26 | 2.83 |
| | | | 2 | 166 | 10.33 | 8.6 | 88.838 | 166.23 | 1.4 |
| | | 10 | 1 | 164 | 11.8 | 9.66 | 113.988 | 42.02 | 2.28 |
| | | | 2 | 167 | 13.34 | 9.46 | 126.1964 | 109.88 | 0.76 |



Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik



Gambar 4. 2 Spesimen hasil uji tarik

4.3. Hasil Perhitungan Data Pengujian

4.3.1 Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik

Dari data hasil pengujian Tarik maka dapat dibuat suatu table perhitungan. Pada tabel 4.5 menunjukkan perhitungan dari semua uji Tarik yang dilakukan. Pembuatan tabel ini untuk mempermudah dalam menganalisa dan menggambarkan grafik.

Tabel 4. 3 Perhitungan Data Uji Tarik

| Fraksi Volume | | Kadar | Spesimen | Beban maksimal | Beban maksimal | σ (tegangan) | σ (tegangan) |
|---------------|-------|---------|----------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|
| Serat | Resin | Air (%) | | spesimen (P) | spesimen (P) | σ (tegangan) | rata-rata |
| | | | | (kgf) | (N) | (Mpa) | (Mpa) |
| 75% | 25% | 5 | 1 | 436.97 | 4285.211851 | 32.7253304 | 35.83125258 |
| | | | 2 | 567.19 | 5562.233814 | 38.9371747 | |
| | | 8 | 1 | 302.49 | 2966.413559 | 21.1717309 | 22.57798373 |
| | | | 2 | 313.73 | 3076.640305 | 23.9842366 | |
| | | 10 | 1 | 131.66 | 1291.143539 | 10.9167304 | 11.62405382 |
| | | | 2 | 146.01 | 1431.868967 | 12.3313772 | |
| 65% | 35% | 5 | 1 | 223.57 | 2192.472741 | 16.9100777 | 16.6900005 |
| | | | 2 | 160.36 | 1572.594394 | 16.4699233 | |
| | | 8 | 1 | 257.25 | 2522.760713 | 20.3018831 | 17.8212553 |
| | | | 2 | 182.98 | 1794.420817 | 15.3406275 | |
| | | 10 | 1 | 156.31 | 1532.877462 | 19.682556 | 17.38210977 |
| | | | 2 | 144.11 | 1413.236332 | 15.0816635 | |
| 55% | 45% | 5 | 1 | 96.1 | 942.419065 | 8.55329423 | 15.57754635 |
| | | | 2 | 228.65 | 2242.290523 | 22.6017985 | |
| | | 8 | 1 | 293.26 | 2875.898179 | 22.4147196 | 20.3822592 |
| | | | 2 | 166.23 | 1630.15943 | 18.3497988 | |
| | | 10 | 1 | 42.02 | 412.075433 | 3.61507732 | 6.076894606 |
| | | | 2 | 109.88 | 1077.554702 | 8.5387119 | |

Besarnya tegangan pada pengujian Tarik dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = P / A$$

Keterangan :

σ = Tegangan (Mpa)

P = Beban Maksimal Spesimen (N)

A = Luas penampang (mm²)

Tabel 4. 4 Perhitungan Data Uji Tarik (lanjutan)

| Fraksi Volume | | Kadar | Spesimen | $\Delta L = (L_{akhir} - L_{awal})$ | ε | E | E (Modulus Elastisitas) |
|---------------|-------|---------|----------|-------------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| Serat | Resin | Air (%) | | (mm) | (regangan) | Modulus elastisitas (Gpa) | (rata-rata) (Gpa) |
| 75% | 25% | 5 | 1 | 2.5 | 0.02173913 | 1505.365201 | 1555.151255 |
| | | | 2 | 2.79 | 0.02426087 | 1604.937309 | |
| | | 8 | 1 | 1.03 | 0.008956522 | 2363.834031 | 1961.065944 |
| | | | 2 | 1.77 | 0.015391304 | 1558.297856 | |
| | | 10 | 1 | 0.81 | 0.007043478 | 1549.906169 | 1707.919126 |
| | | | 2 | 0.76 | 0.006608696 | 1865.932082 | |
| 65% | 35% | 5 | 1 | 3.18 | 0.027652174 | 611.5279667 | 1034.241361 |
| | | | 2 | 1.3 | 0.011304348 | 1456.954755 | |
| | | 8 | 1 | 2.36 | 0.020521739 | 989.2866741 | 1074.963120 |
| | | | 2 | 1.52 | 0.013217391 | 1160.639584 | |
| | | 10 | 1 | 3.26 | 0.028347826 | 694.3232946 | 679.4205185 |
| | | | 2 | 2.61 | 0.022695652 | 664.5177424 | |
| 55% | 45% | 5 | 1 | 1.18 | 0.01026087 | 833.5837598 | 1066.593586 |
| | | | 2 | 2 | 0.017391304 | 1299.603411 | |
| | | 8 | 1 | 2.83 | 0.024608696 | 910.8454947 | 1209.0752 |
| | | | 2 | 1.4 | 0.012173913 | 1507.304905 | |
| | | 10 | 1 | 2.28 | 0.019826087 | 182.339426 | 737.1906789 |
| | | | 2 | 0.76 | 0.006608696 | 1292.041932 | |

Besarnya regangan dan modulus elastisitas pada pengujian tarik dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

- Regangan

$$\varepsilon = \Delta L / L$$

Keterangan :

ΔL = pertambahan panjang (mm)

L = panjang daerah (mm)

- Modulus Elastisitas

$$E = \sigma / \varepsilon$$

Keterangan :

E = modulus elastisitas tarik (Mpa)

σ = kekuatan tarik (Mpa)

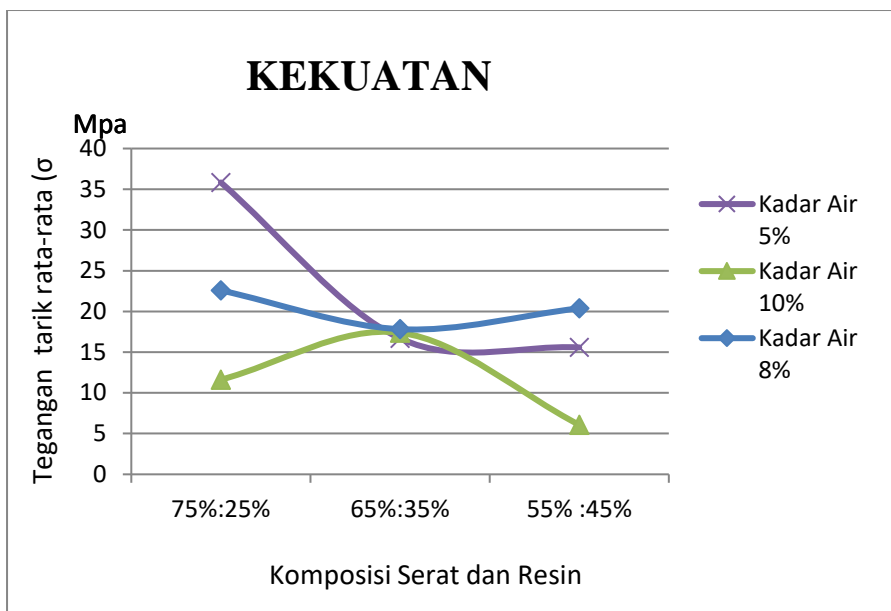
ε = regangan (mm / mm)

4.4. Analisa Grafik Data Pengujian

Untuk mempermudah menganalisa hasil data pengujian, maka perlu dibuat grafik dari perhitungan data-data yang telah dilakukan. Berikut adalah grafik dari hasil perhitungan tabel 4.7 (Perhitungan Uji Tarik) dan tabel 4.9 (Perhitungan Uji Bending).

4.4.1 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan kemampuan untuk menerima beban atau tegangan tanpa menyebabkan komposit menjadi rusak atau putus. Ini dinyatakan dengan tegangan maksimal sebelum putus yaitu ultimate tensile strength (UTS).

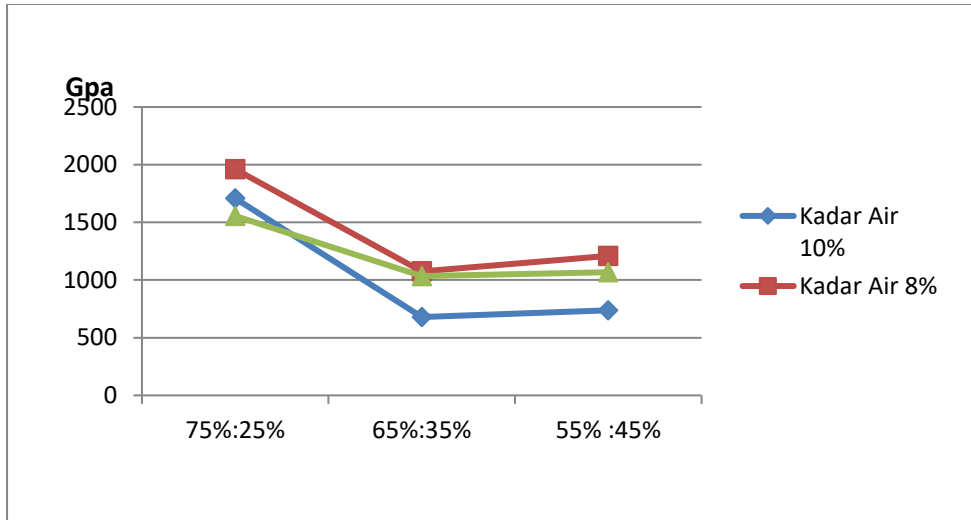


Gambar 4. 3 Grafik Data Uji Tarik

Dari gambar grafik 4.3 ini, dapat dilihat masing-masing kekuatan uji Tarik dari benda uji. Dari pengolahan data diketahui bahwa pada fraksi volume 75:25 dengan kadar air 5% diperoleh komposit dengan kekuatan Tarik tertinggi yaitu sebesar 35,83125258 Mpa. Sedangkan kekuatan Tarik komposit terendah pada fraksi volume 55:45 dengan kadar air 10% yaitu sebesar 11,62405382 Mpa. Dari gambar grafik secara garis besar terjadi penurunan kekuatan Tarik komposit dari fraksi volume 75:25 hingga 55:45

4.4.2 Modulus Elastisitas

Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi elastic tetapi hanya sedikit saja. Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Makin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut.



Gambar 4. 4 Grafik Data Modulus Elastisitas

Dari gambar grafik 4.4 ini, dapat dilihat masing masing nilai modulud elastsitas dari benda uji. Dari pengolahan data diketahui bahwa pada fraksi volume 75:25 dengan kadar 8% diperoleh komposit dengn modulus elasitisitas tertinggi yaitu sebesar 1555,15125 Gpa. Sedangkan modulus elasitisitas komposit terendah pada fraksi volume 55:45 dengan kadar air 10% yaitu sebesar 1707,91913.

2. Pengujian Bending

Pada data hasil pengujian bending diambil dari sample hasil yang menunjukan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan harga gaya beban (P beban) dan tegangan lentur max (σ_{max}). Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan data yang didapat pada saat pengujian bending.

Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Bending

| Fraksi Volume | | Kadar Air (%) | Spesimen | Panjang Awal | Lebar | Tebal | Luas (Ao) | Beban maksimal spesimen (P) |
|---------------|-------|---------------|----------|--------------|-------|-------|-----------|-----------------------------|
| Serat | Resin | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kgf) |
| 75% | 25% | 5 | 1 | 12.5 | 14.76 | 11.28 | 166.4928 | 0.4 |
| | | | 2 | 12.5 | 14.26 | 11.87 | 169.2662 | 0.4 |
| | | 8 | 1 | 12.5 | 13.81 | 9.29 | 128.2949 | 0.3 |
| | | | 2 | 12.5 | 14.45 | 10.06 | 145.367 | 0.3 |
| | | 10 | 1 | 12.5 | 14.21 | 8.97 | 127.4637 | 0.3 |
| | | | 2 | 12.5 | 13.82 | 8.05 | 111.251 | 0.2 |
| 65% | 35% | 5 | 1 | 12.5 | 13.2 | 8.25 | 108.9 | 0.3 |
| | | | 2 | 12.5 | 13.54 | 7.34 | 99.3836 | 0.2 |
| | | 8 | 1 | 12.5 | 14.01 | 8.19 | 114.7419 | 0.3 |
| | | | 2 | 12.5 | 14.3 | 8.38 | 119.834 | 0.2 |
| | | 10 | 1 | 12.5 | 13.98 | 9.37 | 130.9926 | 0.2 |
| | | | 2 | 12.5 | 13.64 | 8.75 | 119.35 | 0.2 |
| 55% | 45% | 5 | 1 | 12.5 | 14.42 | 8.48 | 122.2816 | 0.2 |
| | | | 2 | 12.5 | 14.92 | 8.61 | 128.4612 | 0.2 |
| | | 8 | 1 | 12.5 | 7.84 | 7.84 | 61.4656 | 0.2 |
| | | | 2 | 12.5 | 8.53 | 8.53 | 72.7609 | 0.2 |
| | | 10 | 1 | 12.5 | 7.99 | 7.99 | 63.8401 | 0.3 |
| | | | 2 | 12.5 | 10.76 | 10.76 | 115.7776 | 0.3 |



Gambar 4. 5 Spesimen hasil uji bending

4.3.2 Hasil Perhitungan Uji Bending

Dari data hasil pengujian bending maka dapat dibuat suatu tabel perhitungan. Pada tabel 4.6 menunjukkan perhitungan dari semua uji bending yang dilakukan. Pembuatan tabel ini untuk mempermudah dalam menganalisa dan menggambarkan grafik.

Tabel 4. 6 Perhitungan Data Uji Bending

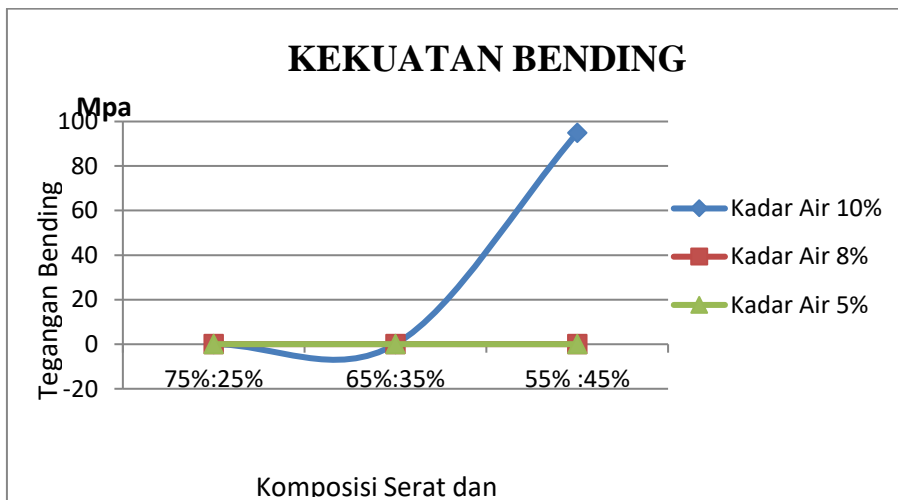
| Fraksi Volume | | Kadar Air (%) | Spesimen | Panjang Span (mm) | Lebar (mm) | Tebal (mm) | Beban maksimal spesimen (P) (kgf) | Beban maksimal spesimen (P) (N) | σ (tegangan) (Mpa) | σ (tegangan) rata rata (Mpa) |
|---------------|-------|---------------|----------|-------------------|------------|------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------------|
| Serat | Resin | | | | | | | | | |
| 75% | 25% | 5 | 1 | 10 | 14.76 | 11.28 | 0.4 | 3.92266 | 0.031330503 | 0.030307945 |
| | | | 2 | 10 | 14.26 | 11.87 | 0.4 | 3.92266 | 0.029285387 | |
| | | 8 | 1 | 10 | 13.81 | 9.29 | 0.3 | 2.941995 | 0.03702611 | 0.033601323 |
| | | | 2 | 10 | 14.45 | 10.06 | 0.3 | 2.941995 | 0.030176536 | |
| | | 10 | 1 | 10 | 14.21 | 8.97 | 0.3 | 2.941995 | 0.03859706 | 0.035723785 |
| | | | 2 | 10 | 13.82 | 8.05 | 0.2 | 1.96133 | 0.032850511 | |
| 65% | 35% | 5 | 1 | 10 | 13.2 | 8.25 | 0.3 | 2.941995 | 0.049119209 | 0.04472474 |
| | | | 2 | 10 | 13.54 | 7.34 | 0.2 | 1.96133 | 0.040330272 | |
| | | 8 | 1 | 10 | 14.01 | 8.19 | 0.3 | 2.941995 | 0.046959909 | 0.038128276 |
| | | | 2 | 10 | 14.3 | 8.38 | 0.2 | 1.96133 | 0.029296643 | |
| | | 10 | 1 | 10 | 13.98 | 9.37 | 0.2 | 1.96133 | 0.023969312 | 0.026070454 |
| | | | 2 | 10 | 13.64 | 8.75 | 0.2 | 1.96133 | 0.028171596 | |
| 55% | 45% | 5 | 1 | 10 | 14.42 | 8.48 | 0.2 | 1.96133 | 0.028371674 | 0.027485383 |
| | | | 2 | 10 | 14.92 | 8.61 | 0.2 | 1.96133 | 0.026599092 | |
| | | 8 | 1 | 10 | 13.28 | 7.84 | 0.2 | 1.96133 | 0.036042236 | 0.032713609 |
| | | | 2 | 10 | 13.76 | 8.53 | 0.2 | 1.96133 | 0.029384982 | |
| | | 10 | 1 | 10 | 13.56 | 7.99 | 0.3 | 2.941995 | 0.050977665 | 94.81300062 |
| | | | 2 | 10 | 14.45 | 10.76 | 0.3 | 7.5 | 73.549875 | |

Besarnya tegangan pada pengujian bending dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan :

- σ = Kekuatan *bending*, (MPa)
 P = Beban maksimal spesimen, (N)
 L = Panjang span, (mm)
 b = lebar batang uji, (mm)
 d = tebal batang uji, (mm)



Gambar 4. 6 Grafik Data Uji Bending

Dari gambar grafik 4.5 ini, dapat dilihat masing-masing nilai kekuatan bending dari benda uji. Dari pengolahan data diketahui bahwa pada fraksi volume 75:25 dengan kadar air 10 % diperoleh komposit dengan kekuatan bending tertinggi yaitu sebesar 0.035723785 Mpa. Sedangkan kekuatan bending komposit terendah pada fraksi volume 55:45 dengan kadar air 5% yaitu sebesar 0.030307945 Mpa.

4.4.3 Kekuatan Bending

Material komposit mempunyai sifat tekan yang lebih baik dibanding sifat tariknya. Pada pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari material komposit.

4.5. Perbandingan Hasil Uji Terhadap HDPE (High density polyethylene)

Dari hasil pengujian kekuatan Tarik dan kekuatan bending komposit serat eceng gondok pada komposit maka didapatkan nilai uji tertinggi dengan fraksi volume 75%:25% dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Kekuatan Tarik : 35,83125258 Mpa
2. Modulus elastisitas : 1555,15125 Gpa
3. Kekuatan bending : 0.033211018 Mpa

Berikut HDPE untuk dijadikan sebagai bahan alternative pembuatan lambung kapal

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu

1. Bertambahnya presentase fraksi volume eceng gondok sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan bending. Semakin besar fraksi volume serat maka akan semakin besar pula nilai kekuatan tarik dan kekuatan bending yang didapatkan
2. Variasi kadar air memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit.
3. Fraksi volume pada percobaan ini pada variasi 75% eceng gondok dan 25% resin dan kadar air 10 % menghasilkan nilai kekuatan tertinggi dimana nilai kekuatan Tarik tertinggi 35,83125258 Mpa dan kekuatan bending tertinggi sebesar 0.035723785 Mpa.
4. Fraksi volume pada percobaan ini pada variasi 75% eceng gondok dan 25% resin dan kadar air 8% menghasilkan nilai modulus elastisitas tinggi sebesar 1555,15125 Gpa.
5. Berdasarkan perbandingan pada parameter yang sama , nilai kekuatan Tarik eceng gondok dan HDPE variasi kadar air 10%, 8% , 5%, sedangkan HDPE 0% , 5% , 10%, 15% dan 20%.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan, untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal – hal berikut :

1. Menguji sifat mekanis lainnya yang dimiliki oleh komposit berpenguat serat eceng gondok dengan matriks polimer polyester, yaitu pada kekuatan impak, kekuatan tekan, kekerasan permukaan, dan lain sebagainya.
2. Dapat dilakukan penelitian tentang komposit dengan menggunakan serat alami lainnya sebagai bahan pengisi atau penggabungan serat alam dengan serat sintetik

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Ginting, M. Hendra, dkk “*Pengendalian Bahan Komposit*”. Tugas Akhir Teknik Kimia, Fakultas Teknik, USU

Gibson, R.F., 1994. “*Principal of Composite Material Mechanics*”. MC.Graw Hill

Sulistyo hadi, Teguh, 2016. “Analisa Teknis Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pembuatan Kulit Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tarik, Bending Dan Impact”. Tugas Akhir, Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Valadez, A, (2004), “Mineral filler influence on the photo-oxidation mechanism degradation of high density polyethylene. Part II : natural exposure test”, *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 83, hal.139-148

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN

1. Alat dan Bahan



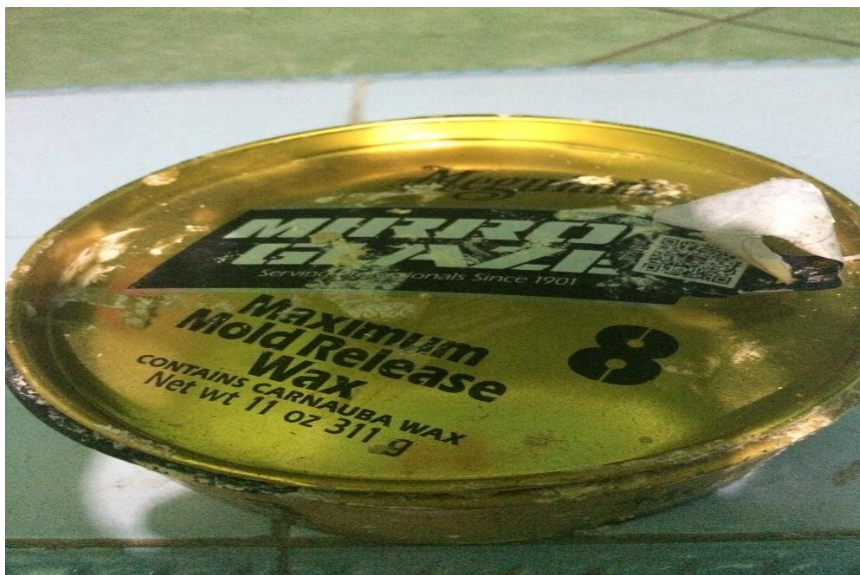
Gambar 1. Eceng gondok



Gambar 2. Resin polyester tipe yukalac BTQN-EX



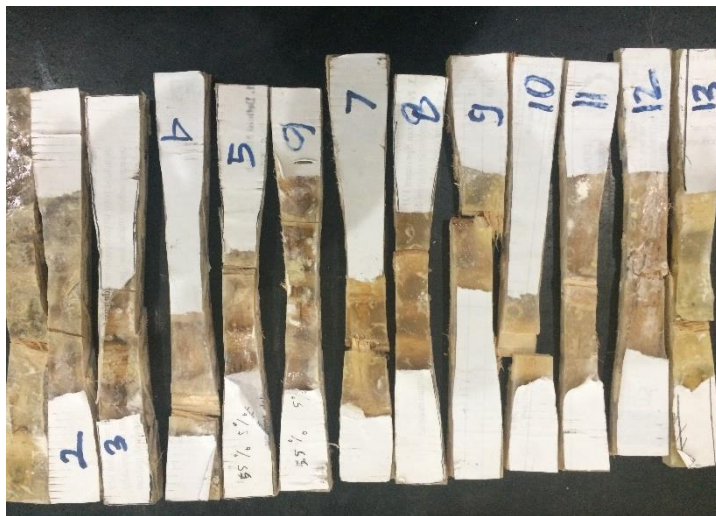
Gambar 3. Katalis



Gambar 4. Wax



Gambar 5. Mesin uji Tarik



Gambar 6. Spesimen uji Tarik



Gambar 7. Spesimen uji banding

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Fia Khusnul Khotimah, namun lebih akrab disapa dengan panggilan Fia. Penulis dilahirkan di Tulungagung, 11 Maret 1994 yang sekarang berdomisili di Tulungagung, dan penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis memulai pendidikan formal di TK dharma wanita, kemudian SD N Bungur I, kemudian lanjut ke SMP N 1 Karangrejo, dan SMA N 1 Karangrejo. Setelah tamat dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, lebih tepatnya di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan angkatan 2013. Penulis terdaftar dengan NRP 04211340000099. Selama perkuliahan, Penulis pernah melaksanakan Kerja Praktek di PT. Dok perkapalan Surabaya pada tahun 2015 dan di PT PAL pada tahun 2018.